

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱： 探討不同驅動模式的車在各種地形上的表現

一、摘要

本研究主要探討各種驅動模式在不同地形(含斜坡)上的表現。以樂高作為實驗車主要零件，模擬前輪驅動(FWD)、後輪驅動(RWD)及全時四輪驅動(AWD)的車輛來進行實驗。

研究中利用自行拼湊出的實驗車進行實驗。用一般常見的光滑地面模擬平坦地形、用遊戲區的碎石頭地面整平後模擬礫石灘，並且設定多種坡度來比較和研究。在速率以及加速度兩個方面，比較三種驅動模式之間的差異。

研究結果發現有一部份內容和其中一筆文獻不合，他們在後輪驅動車爬坡的實驗結果和我的實驗結果剛好相反，所以我們開始尋找原因。

二、探究題目與動機

一次看到一輛車上有標記「AWD」。因為不知道含意，所以上網查，發現那是車輛的傳動模式。指發動機將動力傳導到車輪以推動汽車前進的方式。為了更了解各種驅動模式，並證明網路上對於不同驅動模式的介紹，還有發現他們一些細微的特色，所以開始了這個實驗。

三、探究目的與假設

本實驗目的是證明三種驅動模式的車輛是否符合文獻資料。

實驗中驗證「前輪驅動」、「後輪驅動」和「四輪驅動」，不考慮配重，在速率及加速度中進行比較，切換驅動模式僅更改齒輪位置及方向，不因切換驅動模式而卸下任何零件或大挪移任何零件，避免造成過大的實驗誤差

依照資料，前輪驅動多用於一般的市售轎車；後輪驅動多用於大型卡車或高級跑車；而四輪驅動多用於越野車。

四、探究方法與驗證步驟

(一)實驗車



圖(一) 實驗車照



圖(二) 電池



圖(三) 電表

本實驗之實驗車使用:

1. 鎳氫電池 Panasonic eneloop 3 號電池(測量約 1.37v)6 顆
2. 樂高 LEGO L 馬達(轉速 380rpm)

3. 其餘如電池盒、車輛骨架、連接零件、車軸、車輪、齒輪皆為樂高零件。

實驗車配置

車頭朝右	前輪驅動 FWD	後輪驅動 RWD	四輪驅動 AWD
示意圖			
真車 機構圖			
車頭齒 輪組			
車尾齒 輪組			

示意圖圖示

藍色範圍：有動力傳導到的地方；紅色：與馬達齒輪直接相接的齒輪；

黑心橢圓：車輪；橢圓：齒輪；直線：車軸。

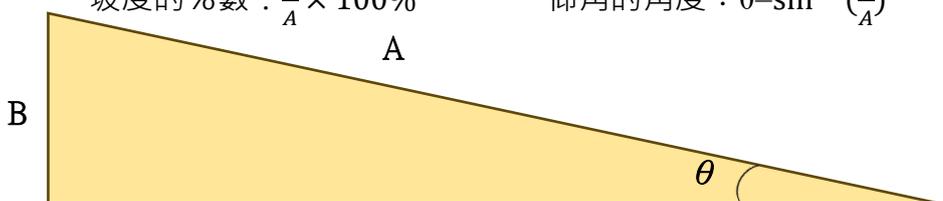
(二)實驗場地

分碎石地形及平坦地形，平坦地形再分 3%上/下坡、6%上坡；碎石地在分 3%上/下坡由仰角角度和坡度可得知：0%仰角 0°；3%仰角約 1.72°；6%仰角角度約 3.44°。

公式如下：

坡度的%數： $\frac{B}{A} \times 100\%$

仰角的角度： $\theta = \sin^{-1}\left(\frac{B}{A}\right)$



	0%平坦地	3%平坦斜坡	6%平坦斜坡
圖片			
模擬	平坦地		
	0%碎石地	3%碎石斜坡	
圖片			
模擬	礫石灘 (實驗場地的石子直徑約 1cm)		

(三) 實驗流程圖

以平坦地形和碎石地形兩種實驗，加入不同坡度進行比較，比較前輪驅動、後輪驅動、四輪驅動的速率、行駛狀況及加速度

在不同驅動模式的車
在各種形上的表現

坡度 0% 地形

平坦

碎石

坡度 3% 地形

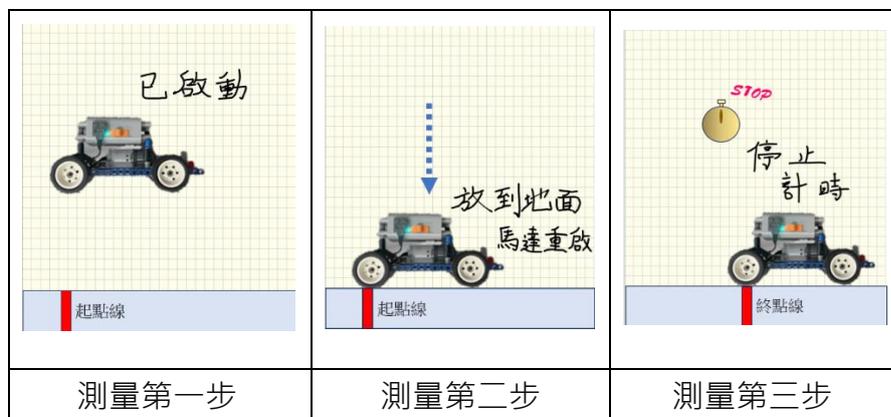
平坦

碎石

坡度 6% 地形

平坦

(四) 計時方法



將實驗車後車輪置於起點線，一手啟動車輛一手同時按下碼表開始計時，當後車輪壓過終點線便立刻按碼表紀錄。一個實驗重複四次降低誤差。

將實驗車放下時，車輪將瞬間靜止，也使馬達瞬間停轉，在重新開始運作，所以加速不會因前面啟動時間(放下車輛前)而有所影響。

馬達的齒輪(24 齒的齒輪)帶動車輪的齒輪(12 齒的齒輪)，得知馬達每轉一圈，車輪便會轉兩圈。以車輪每秒轉的圈數和車輪圓周可以算出單位距離所花時間。

公式如下:

$$\text{每公尺空轉時間} = \frac{1(\text{公尺})}{\text{車輪每秒轉的圈數} \times \text{車輪周長}(\text{公尺})}$$

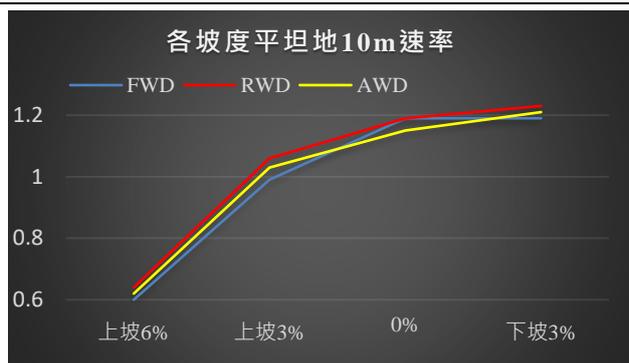
空轉速率的測量是確保實驗的準確性，實驗結果必在空轉速率內，因行駛會有路面摩擦力、齒輪銜接摩擦力等影響導致速率降低。

(五)測量項目

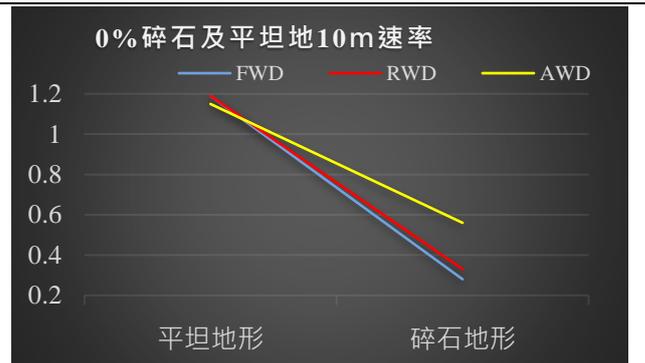
實驗中主要會測量「速率」(距離÷時間)並觀察行駛狀況如是否有打滑現象或車體搖晃，再利用一組實驗(二公尺、四公尺、六公尺、八公尺、十公尺)來推出「加速度」。加速度就是距離÷時間的二次方。

(六)實驗結果

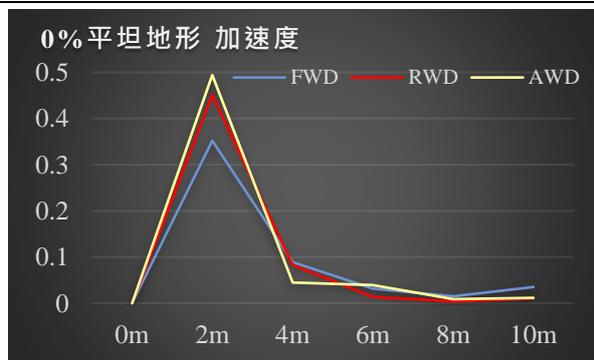
在各組比較中，加速度揭示剛起跑時最大，然後慢慢趨近於 0。



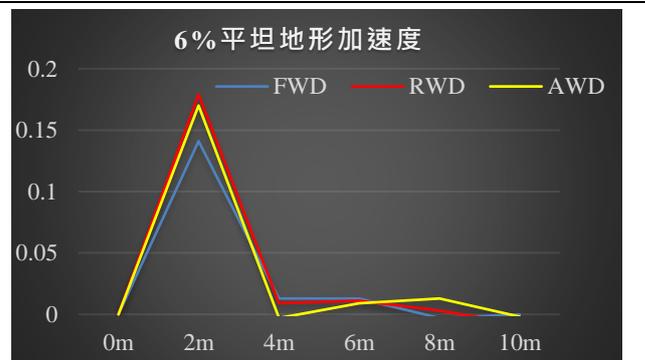
圖(四) 上坡坡度越大，速率越低；下坡坡度越大，速率越高。



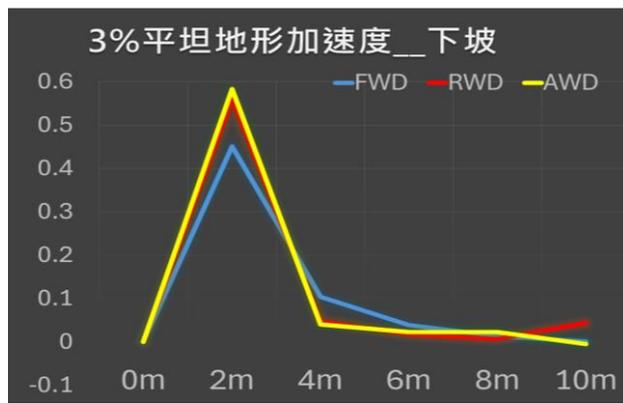
圖(五) 在碎石地全部速率大大降低，但四輪驅動在碎石地形速率又明顯高於其他兩者



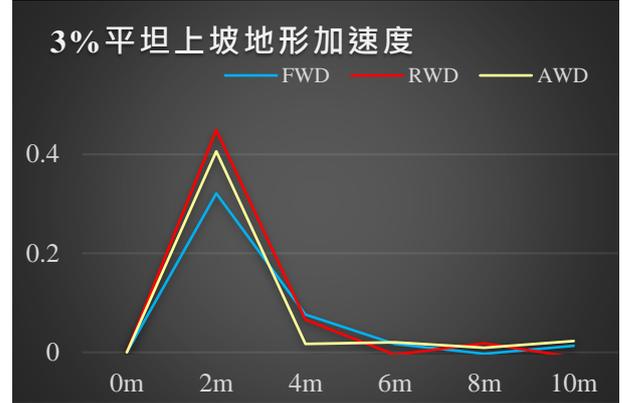
圖(六) 前輪驅動明顯在 2m 加速度慢於其他兩者非常多，且剛加速有輕微打滑的狀況



圖(七) 和 3%一樣，上坡地形後輪驅動加速度最大，前輪驅動最小



圖(八) 下坡地形個驅動模式加速度均顯著提升許多，四輪驅動最大但後輪驅動不輸多少



圖(九) 上坡地形後輪驅動加速度最大，前輪驅動最小

五、結論與生活應用

FWD

- 加速表現最差。
- 爬坡速率最慢
- 碎石地表現差。

RWD

- 加速表現最佳。
- 爬坡加速度及速率最佳。
- 碎石地表現差。

AWD

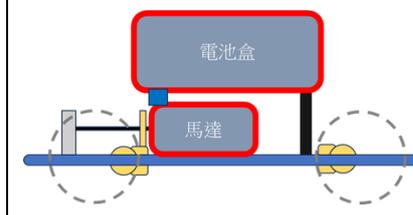
- 各地形中皆表現穩定。
- 表現穩定且較快。
- 碎石地形表現最佳。



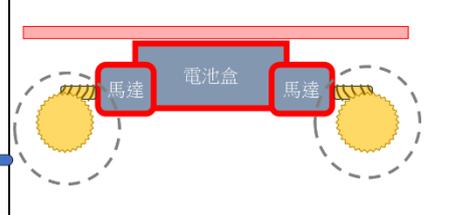
圖(十) 上坡示意圖



圖(十一) 下坡示意圖



圖(十二) 本研究之實驗車



圖(十三) 登峰造極之實驗車

車輛在上坡及剛起步加速時重心將向後移動，增加後輪的抓地力，後輪驅動的動力輪在後輪，得到抓地力應該能使後輪穩定輸出動力，前輪抓地力減小，所以前輪驅動剛起步才會有些許打滑現象。「登峰造極」這一篇全國科展報告中提到 RWD 的上坡能力較 FWD 差應該是錯誤的。該實驗車的重心與本研究都在為中間為主要重心，不考慮配重問題，但未來還可做更貼近他們研究的實驗證實。如圖(四)、(五)。

碎石地因為摩擦力較平坦地大且有大縫隙易使車輪卡住，三種驅動模式速率皆較平坦地慢得多。上坡地形重力為阻力降低行駛速度。下坡地形重力為助力提升行駛速度。

要能和實際車種對照還需考慮車輛配重，但因為時間關係無法完成前置、中置、後置的實驗，若還有機會的話要繼續完成，得到更進實際的結果。

下坡時重心在車頭，增加了前輪抓地力，照理來說，前輪驅動應該會比較快，但是實驗結果相反。未來若有機會將重新再做一次實驗並新增一個坡度驗證。

前輪驅動在多項實驗中速率及加速度墊底，為何市面上仍有大量前輪動車？車輛加速時重心向後移，前輪驅動有動力的車輪會因抓地力減小而打滑，使加速減慢。且本研究單純討論速度與加速度，車內空間、轉向等因素未納入討論，一般汽車皆為前置引擎，前輪驅動不須傳動軸將動力向後傳導，可以加大車內空間並減少零件，降低成本。

未來展望

1. 沙地地形
2. 配重實驗(前置、中置、後置)
3. 下坡 6% 實驗

參考資料

(一) 科展

1. 42 屆 網溪國小 登峰造極—四輪車的製作與爬坡奧秘

(二) 網站

1. 國王學苑 前驅、後驅、四輪傳動-汽車驅動方式說明

2018/04/30 王的編輯

<https://www.kingautos.net/203821>

2. A++修車網 前驅、後驅和四驅的優缺點

2020/03/12 未標示作者

<https://www.aplus2.com.tw/news/155>

3. Hot Drive 熱駕/經典 90 什麼是輪胎牽引力？漫談汽車驅動輪數的差異

2022 年 4 月 19 日 Hot Drive 熱駕/經典 90

<https://www.youtube.com/watch?v=RL2HqPF7ir8>